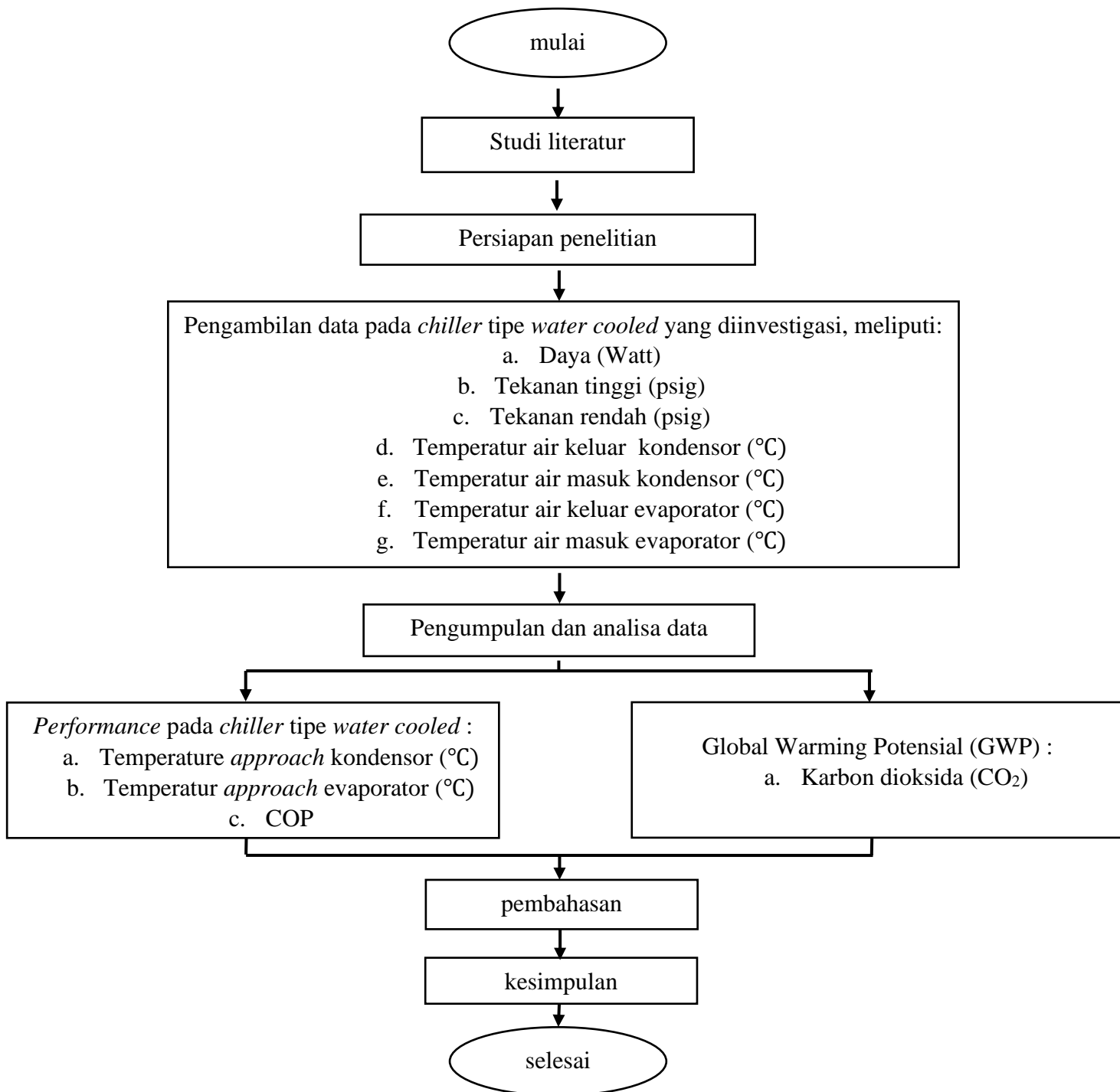


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

1.2 Penjelasan Diagram Alir

1.2.1 Mulai

Melakukan konsultasi dan diskusi pada pihak yang berkompeten khusus pada bidang ilmu konversi energi dan Teknik mesin umumnya untuk pengambilan judul pada penulisan skripsi

3.2.2 Studi Literatur

Sebelum melakukan penelitian, perlu adanya untuk melakukan studi literatur untuk memperdalam ilmu dan teori dasar dalam penyusunan skripsi ini. Dimana kegiatan ini yang dilakukan adalah mencari berbagai referensi dari jurnal, buku, skripsi, tesis dan disertasi tentang konversi energi khusus pada bagian sistem pendingin kompresi uap. Dimana referensi dan buku yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Buku: Mark W. Zemansky & Richard H. Dittman (1986) kalor dan termodinamika
2. Buku: I. D. M. Susila (2014) termodinamika teknik
3. Jurnal: Baliarta, I.N.B., Suamir, I.N., Arsana, M.E (2016) kajian pengaruh temperatur approach evaporator dan kondensor terhadap performansi sistem AC sentral tipe *water chillers*
4. Jurnal: Andri, J, P., Adi, S (2013) *effect of regenerative organic rankine cycle (RORC) on the performace of sollar thermal tower in yogyakarta, indonesia*
5. Jurnal: Maylita, H., Tomi, L (2015) penerapan aplikasi IBM SPSS untuk analisa data bagi pengajar pondok Hidayantul Muhtadi'in Ngunut Tulungagung demi meningkatkan kualitas pembelajaran dan kreativitas karya ilmiah guru
6. Jurnal: Muhamad Lazim (2013) pengaruh kecepatan dan sifat fluida pendinginan terhadap koefisien perpindahan kalor pada penukar kalor *shell and tube*
7. Jurnal: mohammad ramlan (2002) pemanasan global (*global warming*)
8. Jurnal: Kristensen. S., Batt, S., Willcoks, D (2000) 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoroethane (HCFC-123)

9. Disertasi: Darwin (2011) karakteristik campuran karbon dioksida dan ethana di siklus temperatur rendah pada sistem refrigerasi cascade
10. Skripsi: I, M, Dwi (2019) pengaruh temperatur air panas pada integrasi *heat pump* terhadap COP *water cooled chillers*

3.2.3 Persiapan Penelitian

Pada hal ini, penulis melakukan persiapan administrasi dan teknis untuk memulai penelitian pada *chiller tipe water cooled* yang diinvestigas untuk diangkat dalam penulisan pada skripsi

3.2.4 Pengambilan Data Pada *Chiller* Yang Diinvestigasi

Pada pengujian ini data-data yang diambil menggunakan metode pencatatan secara manual pada setiap harinya oleh staff ahli yang membidangi plant room di salah satu hotel di bali yang beralamat di kawasan wisata ITDC, Nusa Dua, Kabupaten Badung, Bali.



Gambar 3.2 *chiller tipe water cooler* yang diinvestigasi
Sumber: dokumen pribadi

Dengan spesifikasi *nameplate* pada *chiller* yang diinvestigasi sebagai berikut:

MADE IN USA

TRANE

MODEL: CVHG780

DATE OF MFG (DD/MM/YY) : 17-05-16

MODEL NO:

CVHG078RA3Y0CE026583BE8TBC000000Y00G070L000003A100A0

SERIAL NO: L16D02393

S.O. NO: 61S431A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

LINE VOLTAGE: 380 VOLTS

50HZ

3PH

NAMEPLATE KW: 339 KW

LINE CURRENT: 611 AMPS

VOLTAGE UTILIZATION RANGE: 342-418 VAC

MINIMUM CIRCUIT AMPACITY: 762 AMPS

MAXIMUM OVERCURRENT PROTECTIVE DEVICE: 1200 AMPS

NAME	VOLLTS-AC	HZ	PH	RLA	MAX	MAX
					LRAY	LRAD
COMPRESSOR MOTOR	380	50	3	600	930	2921
OIL TANK HEATER	115	50	1		750	WATTS
CONTROL CIRCUIT	115	50	1		4000	VA MAX
CARBON TANK HEATER	115	50	1	1.7		
PUMPOUT COMPRESSOR	115	60/50	1	1.7		
PURGE COMP MTR	115/110	60/50	1	8	34.6	LRAD

WHEN MOTOR CONTROLLER PROVIDED BY OTHERS

TRANE ENGINEERING SPEC. S6516-0513

REFRIGERANT SYSTEM

TO BE FIELD CHARGED

ACTUALLY CHARGED

WITH 1150 LBS. OF R123

WITH LBS. OF R123

MAXIMUM REFRIGERANT WORKING PRESSURE

HIGH SIDE: 15 PSIG

LOW SIDE: 15PSIG

FACTORY TEST PRESSURE

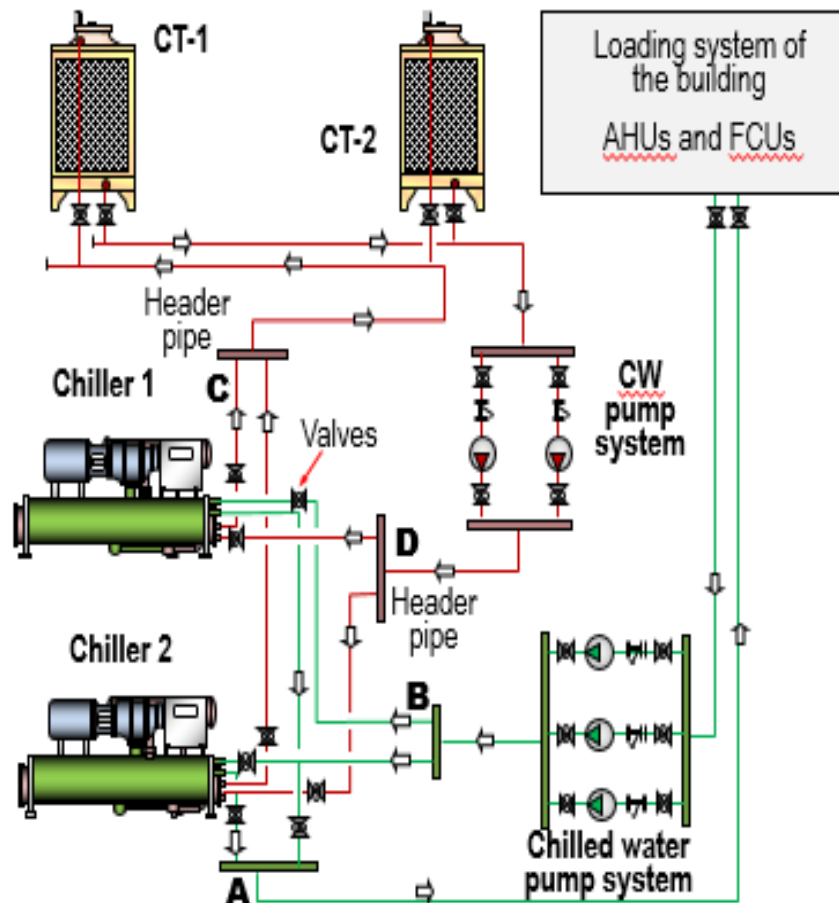
HIGH SIDE 45.0 PSIG

LOW SIDE: 45.0

FIELD LEAK TEST PRESSURE: 8 PSIG

Dengan pengukuran otomatis, data operasional dicatat secara langsung, dan terus menerus dalam waktu yang bersamaan untuk berbagai parameter seperti tekanan refrigeran pada evaporator dan kondensor, daya yang dibutuhkan kompresor, dan temperatur air masuk dan keluar pada evaporator dan kondensor.

Dilakukan setiap 3 kali sehari dan kemudian di ambil rata-ratanya selama 7 bulan, berikut adalah sisi tempat diambilnya sisi pengukuran untuk pengambilan data pada sistem fluida jenis air



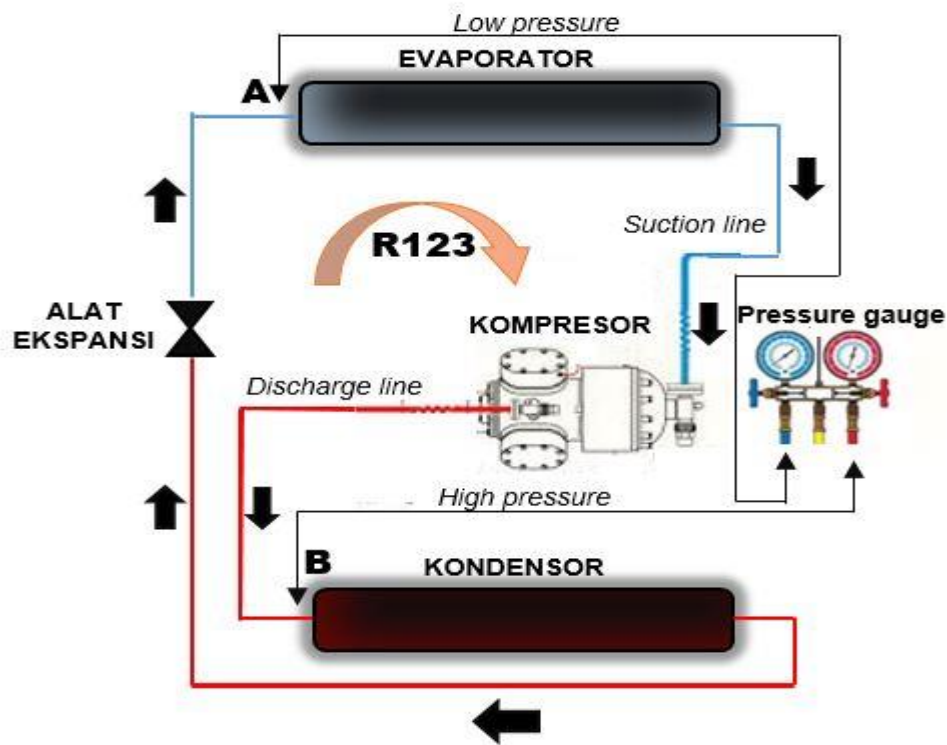
Gambar 3.3 Titik penentuan sumber data refrigeran skunder

Sumber: dokumen pribadi

Dimana:

- Titik pada **A** merupakan temperatur air yang sudah di kondisikan pada sisi evaporator jenis *shell and tube* untuk didistribusikan ke AHU maupun FCU.
- Titik pada **B** merupakan temperatur pada sisi *return* air dari FCU atau AHU menuju evaporator *shell and tube*
- Titik pada **C** merupakan temperatur fluida jenis air yang bertemperatur tinggi hasil perpindahan panas refrigeran pada kondensor jeni *shell and tube*
- Titik pada **D** merupakan temperatur fluida air menuju kondensor yang kalornya sudah di buang pada *cooling tower*

Penentuan sumber data pada sistem untuk tekanan refrigeran diukur pada titik berikut:



Gambar 3.4 Titik penentuan sumber data tekanan refrigeran primer

Sumber: dokumen pribadi

Dimana:

- Titik **A** merupakan titik pengukuran tekanan refrigeran primer jenis R123 pada posisi *low pressure*
- Titik **B** merupakan titik pengukuran tekanan refrigeran primer jenis R123 pada posisi *high pressure*

Kemudian data-data tersebut diambil pada puncak pembebanan yaitu pada siang hari dengan tujuan pembebanan dari sistem berada pada puncaknya agar analisa operasional bisa melihat hasil yang lebih komprehensif dari kinerja sistem *chiller tipe water cooled*.

3.2.5 Pengumpulan dan Analisa Data

Adapun tabel yang digunakan untuk proses pengumpulan data adalah sebagai berikut:

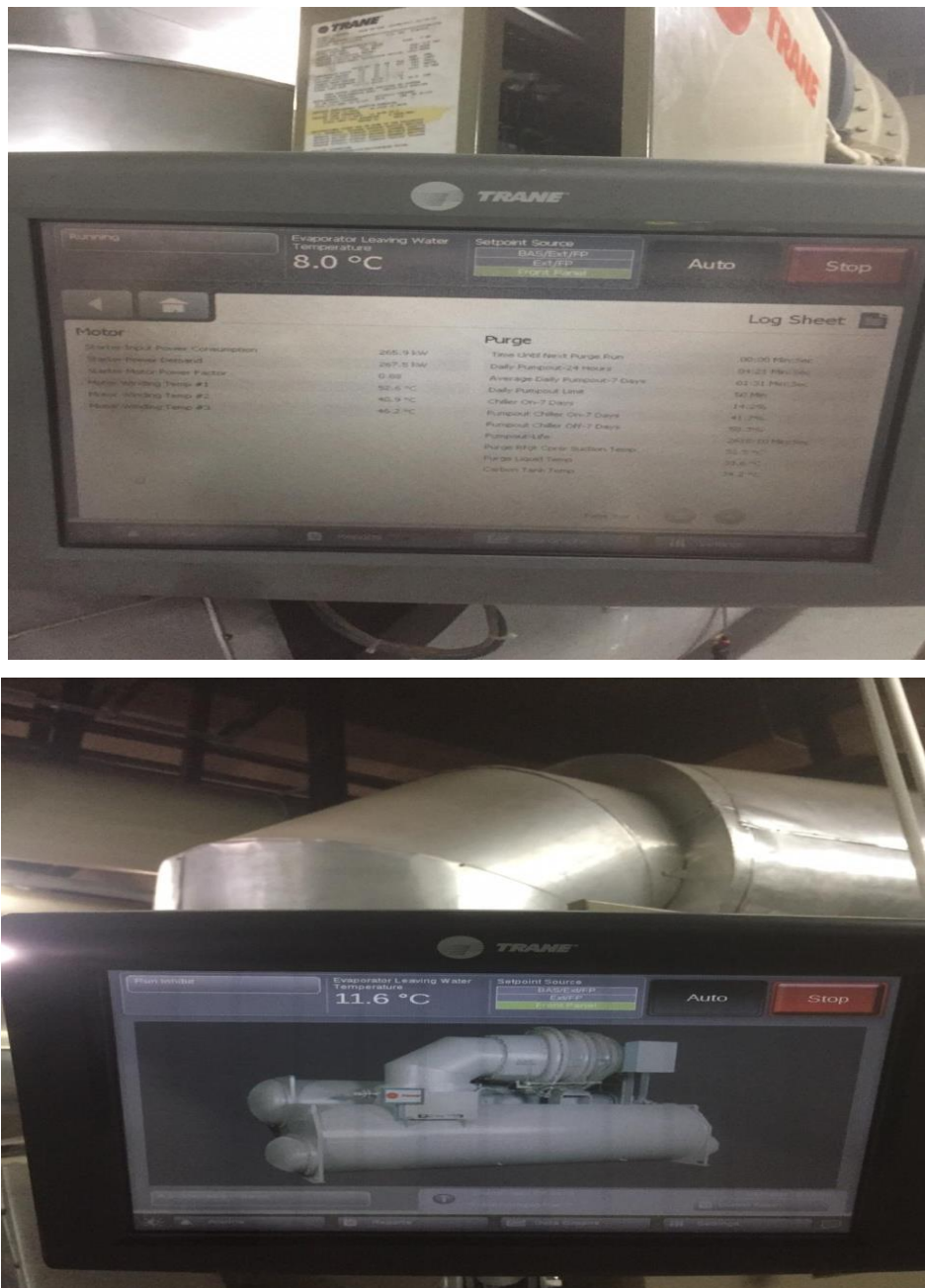
Tabel 3.1 Tabel pengambilan data *chiller* tipe *water cooled*
LOGSHEET CHILLER RUNNING

Januari 2019

keterangan	satuan	Tanggal & Chiller running				
		01 januari CH 1/2/3	02 januari CH 1/2/3	03 januari CH 1/2/3	04 januari CH 1/2/3	05 januari CH 1/2/3
evaporator						
entering water temperatur	C					
leaving water temperatur	C					
evaporator ref. pressure	Psig					
saturted temperatur	C					
flow switch status	flow / no					
Volume Chilled Water	GPM					
kondensor						
entering water temperatur	C					
leaving water temperatur	C					
kondensor ref. pressure	Psig					
saturted temperatur	C					
water pressure drof	Psig					
compresor						
stars						
running time	hrs. mins					
oil tank pressure	Psig					
oil discharged pressure	Psig					
oil difftrntial pressure	Psig					
oil tank temperatur	C					
motor						
RLA L1, L2, L3	0/0					
Amp L1, L2, L3	ampere					
Volt AB, AC, BC	volt					
power kW	kWatt					
load PF	0/0					
winding #1 temperatur	C					
winding #2 temperatur	C					
winding #3 temperatur	C					
purge						
purge operating mode						
chiller on 7 days	0/0					
pumpout chiller on 7 days	0/1					
pumpout chiller off 7 days	0/2					
purge regt comp suction temp	C					
purge liquid temp	C					
carron tank temperature	C					

Sumber: dokumen pribadi

Pada pengumpulan data ini instrumen yang digunakan untuk memperoleh data adalah dengan cara pencatatan manual yang dilakukan oleh staff ahli bagian *plant room* pada display *optiview control chiller* tipe *water cooled* yang datanya sudah sistem sudah di *record* secara otomatis dan telah tersedia maupun tercatat pada *optiview control center* seperti pada gambar dibawah ini



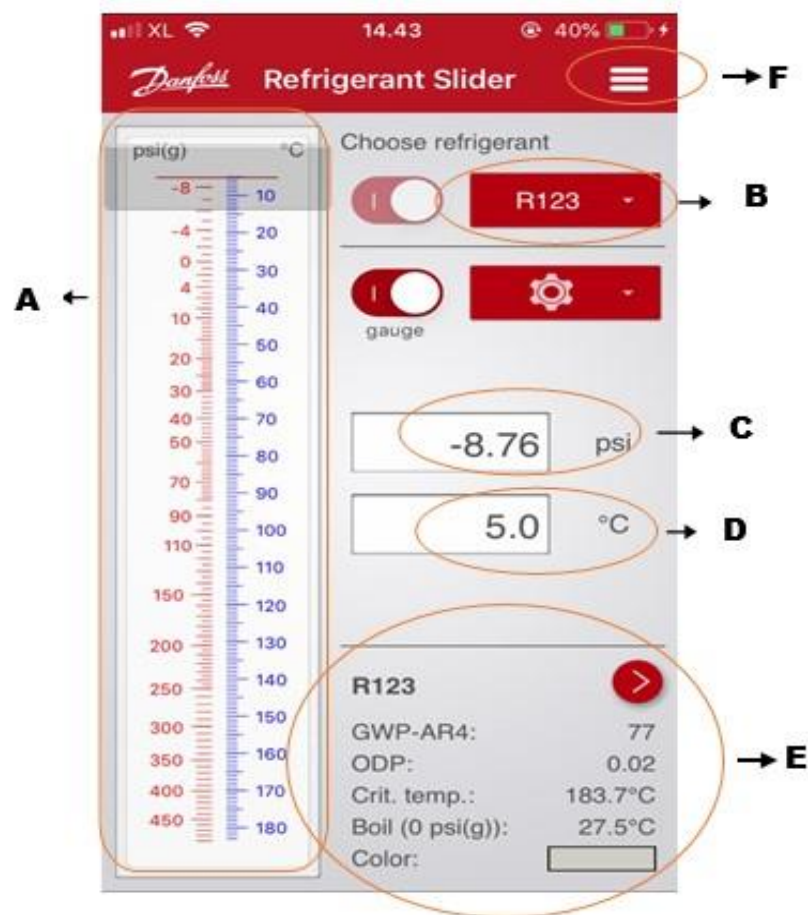
Gambar 3.5 *Display optiview control chiller tipe water cooled*

Sumber: dokumen pribadi

adapun data-data yang sudah ditampilkan pada *display optiview control* seperti tekanan refrigeran di evaporator dan kondensor, temperatur masuk dan keluar air di evaporator dan kondensor, daya yang dibutuhkan kompresor, jumlah penggunaan energi listrik dan beberapa data data pendukung lainnya selanjutnya dianalisa menggunakan beberapa *software* yaitu:

a) Refrigerant Slider

Pengolahan data yang dilakukan secara manual dengan bantuan *software* pendukung yang tersedia pada perangkat pintar versi iOS maupun Android, yaitu *software* Refrigerant Slider. Aplikasi ini mampu untuk mempermudah dalam hal mengetahui temperatur refrigeran berdasarkan tekanan kerjanya. Adapun cara atau tampilan dari aplikasi ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.6 Tampilan Refrigerant Slider

Sumber: dokumen pribadi

Dimana:

A = merupakan skala kerja perbandingan antara refrigeran dengan tekanan

B = display atau opsi untuk pemilihan jenis refrigerant

C = input tekanan kerja refrigeran

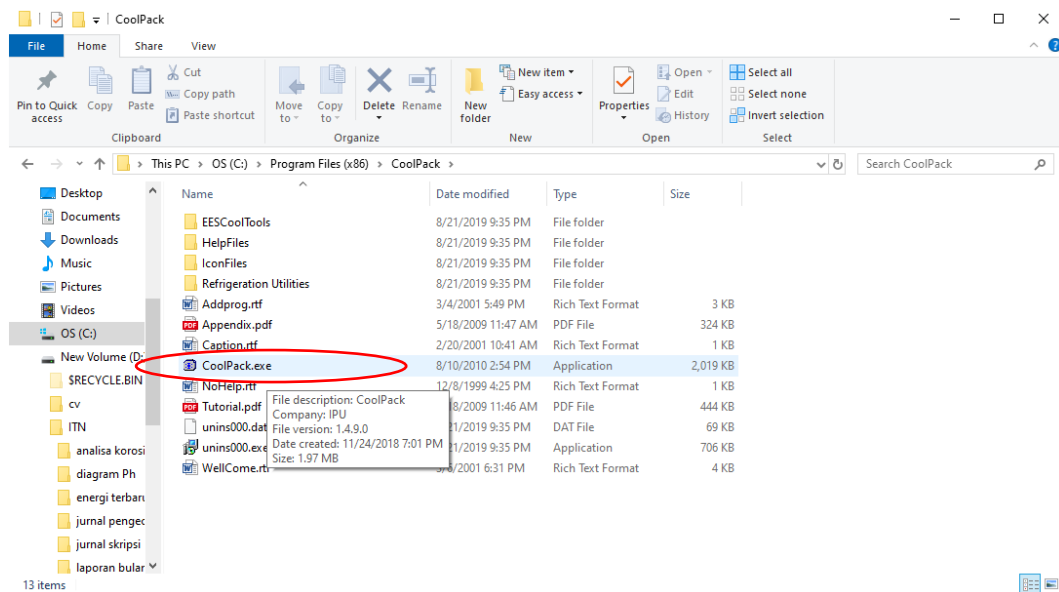
D = input refrigeran kerja refrigeran

E = spesifikasi dan karakteristik dari jenis refrigeran

F = option tentang cara penggunaan, tentang *software*, dll.

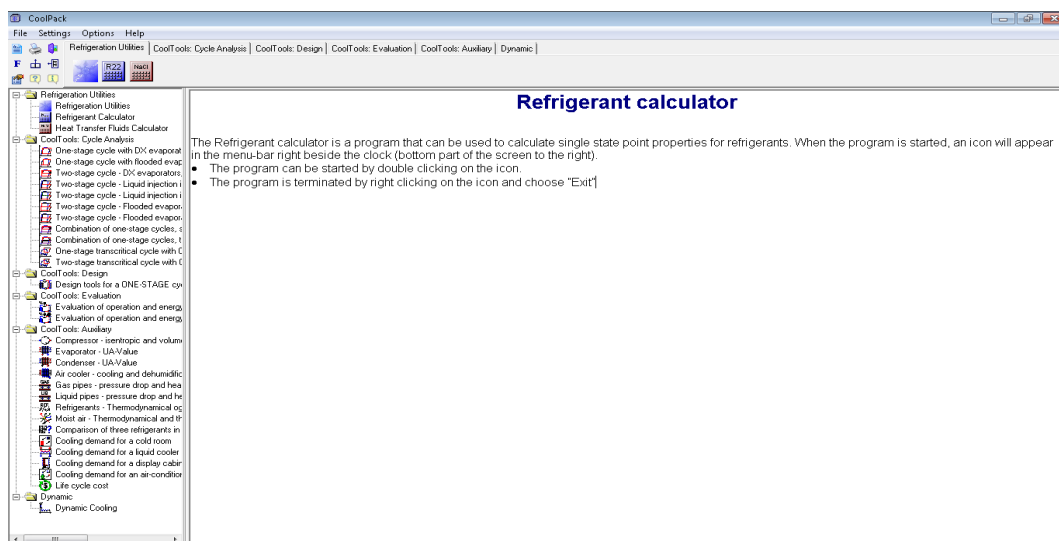
b) *CoolPack*

Pada Penelitian ini penulis menggunakan aplikasi *CoolPack* untuk membantu dalam pengolahan data-data yang telah didapatkan agar mengetahui operasional yang meliputi nilai enthalpy pada masing-masing titik sistem, nilai efek refrigerasi, kerja kompresor dan COP pada sistem



Gambar 3.7 *software CoolPack*

Sumber: dokumen pribadi

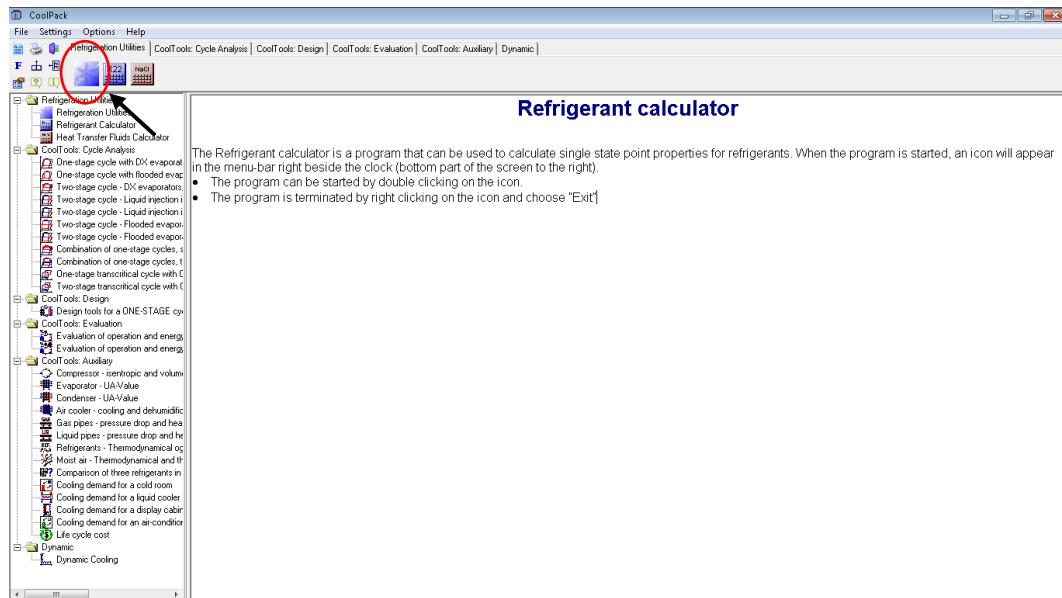


Gambar 3.8 Tampilan awal *CoolPack*

Sumber: dokumen pribadi

Adapun cara penggunaan *CoolPack* secara mendasar adalah sebagai berikut:

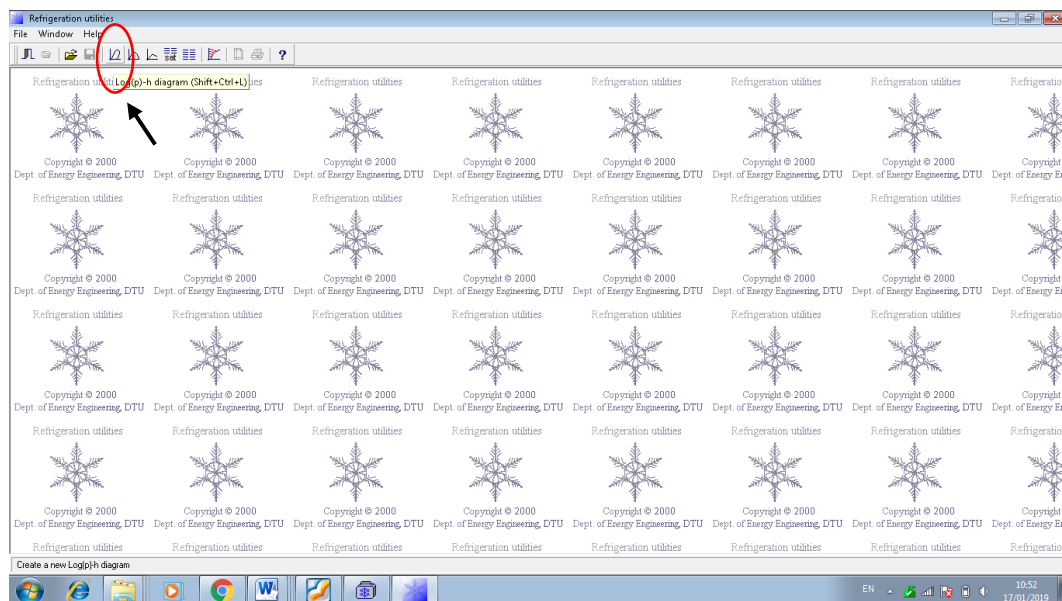
- Klik pada bagian *refrigeration Utilities*, seperti pada gambar di bawah ini



Gambar 3.9 menu *refrigeration Utilities*

Sumber: dokumen pribadi

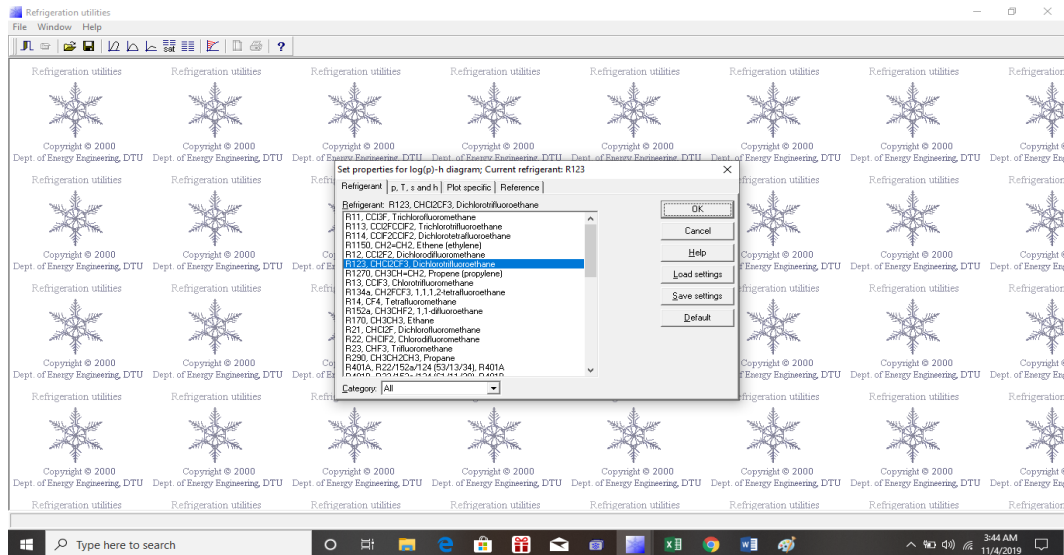
- Klik pada log (p)-h diagram jika penggunaan dalam diagram P-h



Gambar 3.10 menu untuk pemilihan diagram P-h

Sumber: dokumen pribadi

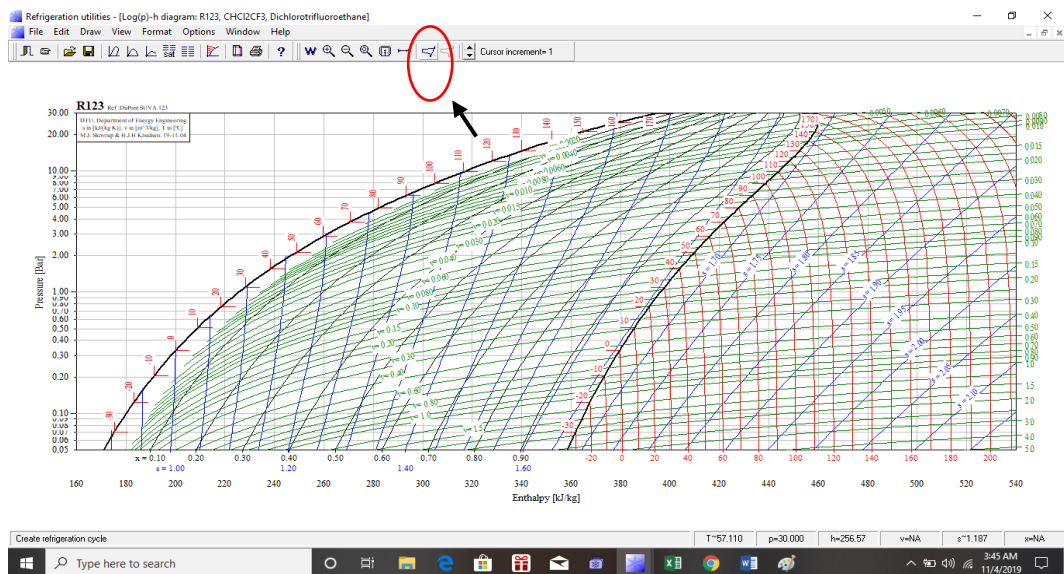
- Pemilihan diagram P-h sesuai dengan jenis refrigeran yang digunakan pada sistem, karena pada masing-masing refrigeran memiliki karaktersiti yang berbeda-beda dan akan mempengaruhi bentuk dari diagram P-h



Gambar 3.11 menu pilihan untuk pemilihan jenis refrigerant

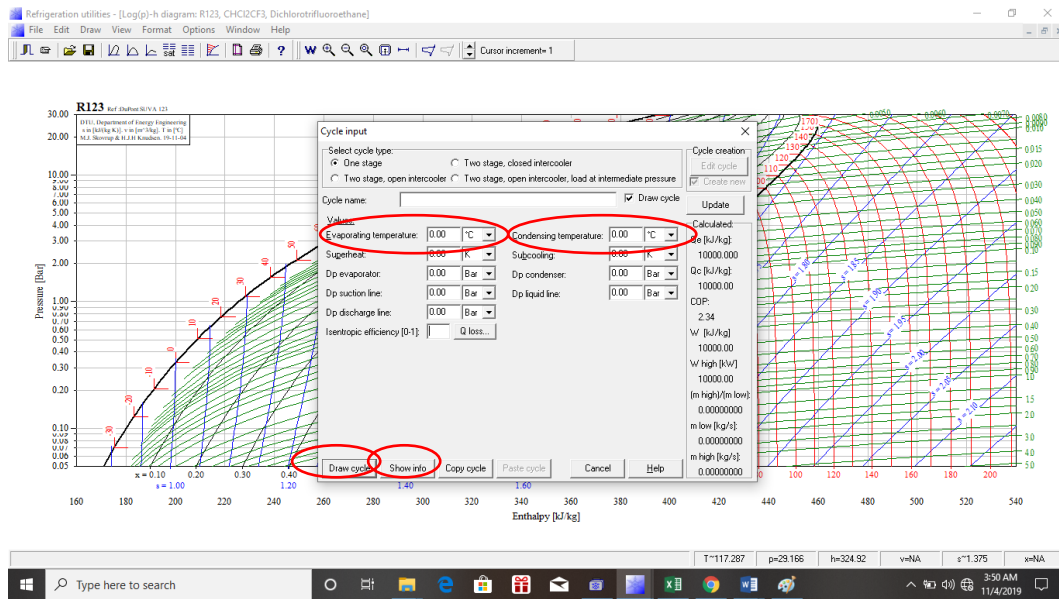
Sumber: dokumen pribadi

- Input data, setelah pemilihan diagram P-h yang digunakan pada sistem lanjut untuk *input* data pengukuran pada sistem dengan klik *cycle* seperti pada gambar 3.12, kemudian akan muncul kolom untuk *insert* data seperti pada gambar 3.13



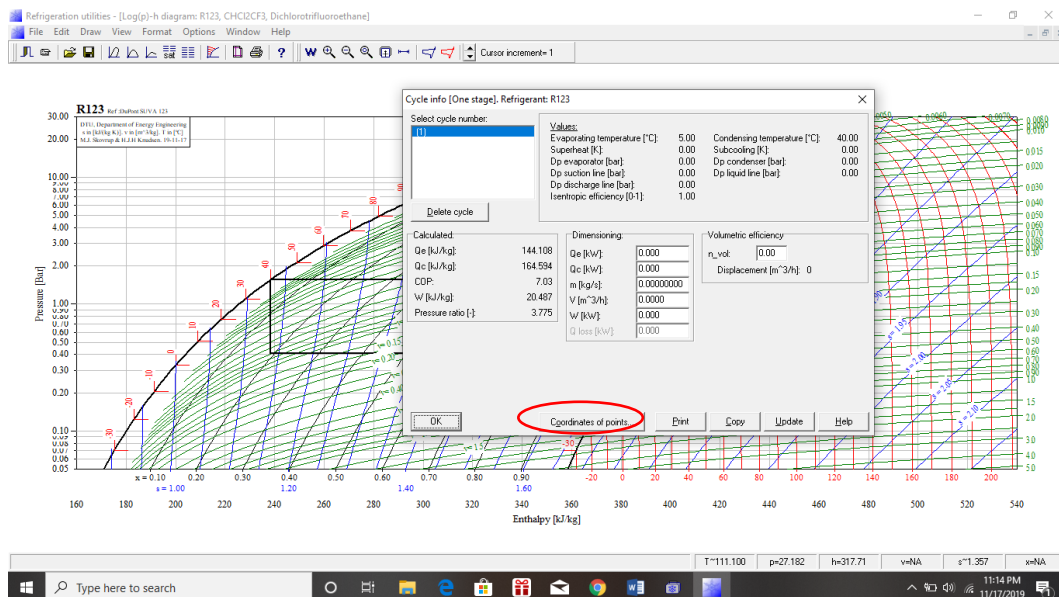
Gambar 3.12 toolbar *cycle*

Sumber: dokumen pribadi

Gambar 3.13 kolom *input data*

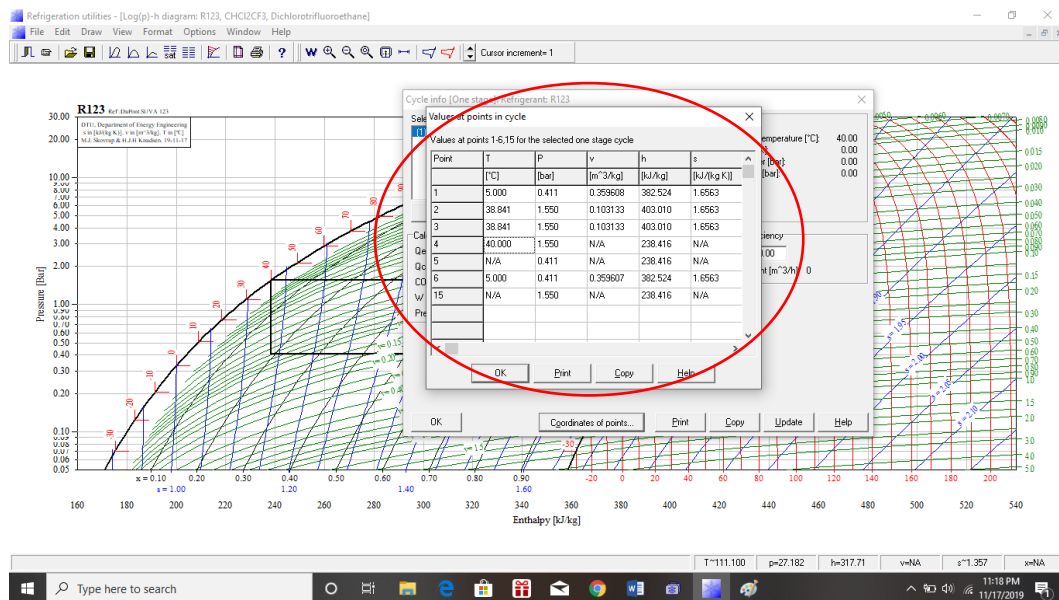
Sumber: dokumen pribadi

Dalam penelitian ini menggunakan siklus ideal berdasarkan temperatur evaporasi dan kondensasi hasil konversi dari tekanan tinggi dan rendah pada sistem. Setelah *input data* lanjut dengan *draw cycle* untuk mengetahui bagaimana siklus sistem pada diagram P-h dan *show info* kemudian klik pada *coordinates of point* untuk mengetahui nilai enthalpy pada masing-masing titik sistem.

Gambar 3.14 *coordinates of point* pada coolPack

Sumber: dokumen pribadi

- setelah klik pada *coordinates of point* maka akan muncul tabel nilai enthalpy pada masing-masing titik pengukuran yang nantinya bisa digunakan untuk mengetahui nilai pada kerja kompresor dan efek refrigerasi



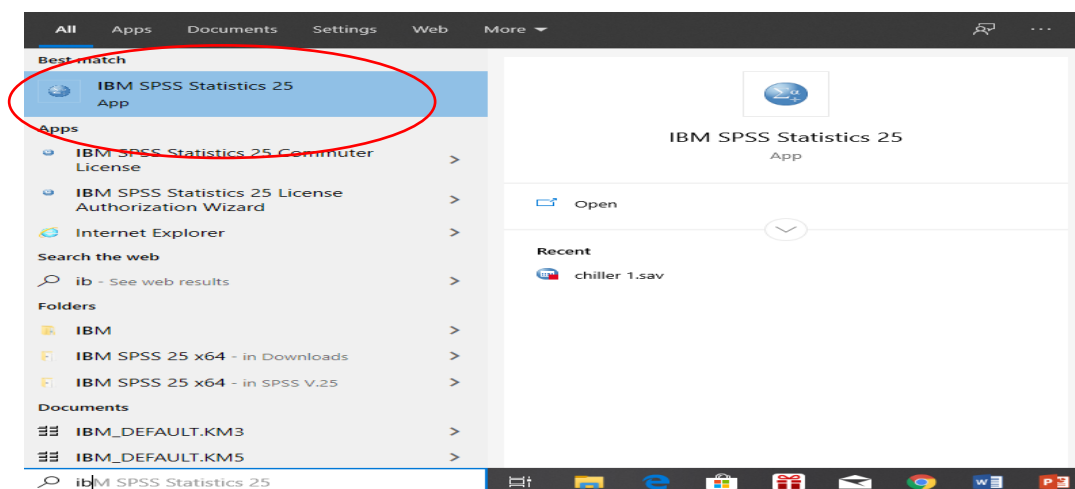
Gambar 3.15 tabel *coordinates of point*

Sumber: dokumen pribadi

c) IBM SPSS statistics 25

SPSS (*Statistical Product for Service Solutions*) merupakan program komputer statistik yang mampu memproses data statistik secara cepat dan akurat. SPSS menjadi sangat populer karena memiliki bentuk pemaparan yang baik dalam berbentuk grafik maupun table, bersifat dinamis yang dimana mudah dilakukan perubahan data dan up date analisis serta mudah dihubungkan dengan aplikasi lain, misalnya ekspor/impor data ke/dari Excel. Dilihat dari namanya, SPSS memang sangat membantu memecahkan berbagai permasalahan ilmu sosial, terutama dalam analisis statistik. Namun demikian, fleksibilitas yang dimilikinya menyebabkan berbagai masalah di luar ilmu sosial juga dapat diatasinya dengan baik, termasuk ilmu pendidikan. IBM SPSS statistics dalam hal ini digunakan untuk uji parsial hubungan pada nilai operasional sistem yang bertujuan untuk mengetahui variabel independen secara parsial berpengaruh pada variabel dependen. Adapun dasar pengambilan keputusan ada dua acuan yaitu yang pertama berdasarkan nilai

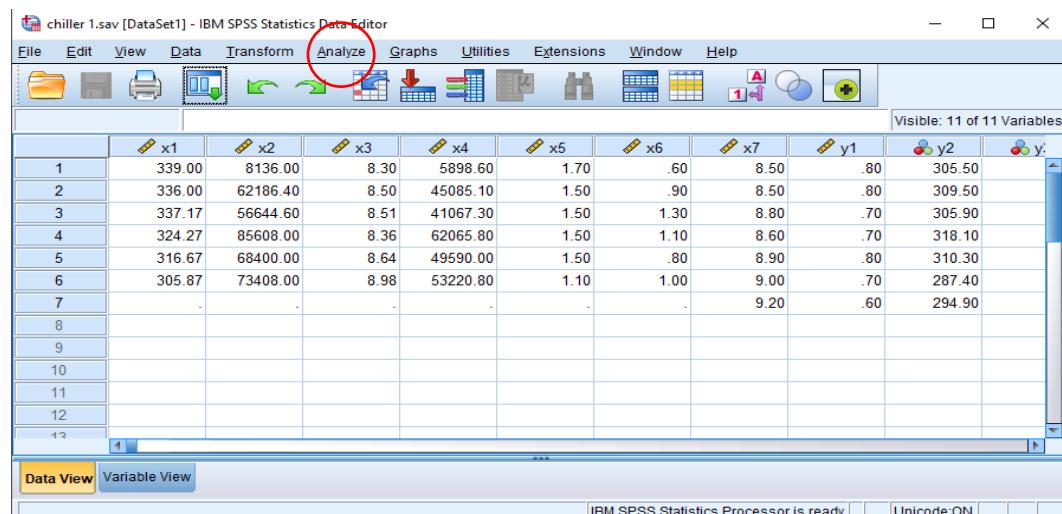
signifikansi dan yang kedua berdasarkan perbandingan dan nilai t dengan t tabel. Untuk dasar pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi yaitu jika nilai signifikansi dari kedua variabel $< 0,05$ maka kedua variabel tersebut memiliki pengaruh dan jika nilainya $> 0,05$ maka kedua variabel tersebut tidak berpengaruh. Adapun cara penggunaan *software* IBM SPSS statistics 25 ini untuk mengetahui ini signifikansi adalah sebagai berikut:



Gambar 3.16 IBM SPSS statistics 25

Sumber: dokumen pribadi

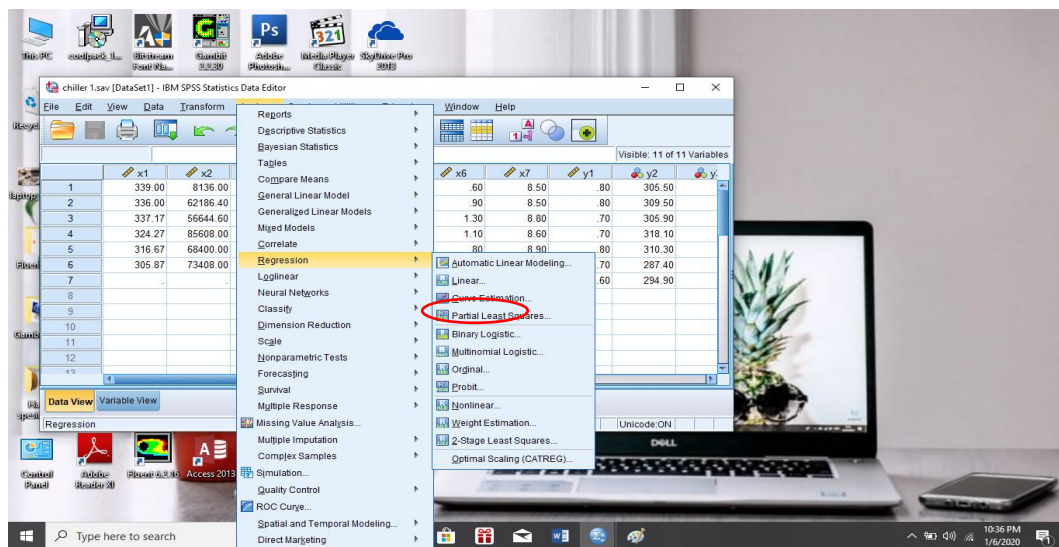
- masukan data hasil pengujian pada kolom *software* IBM SPSS statistics 25



Gambar 3.17 kolom input data pada IBM SPSS statistics 25

Sumber: dokumen pribadi

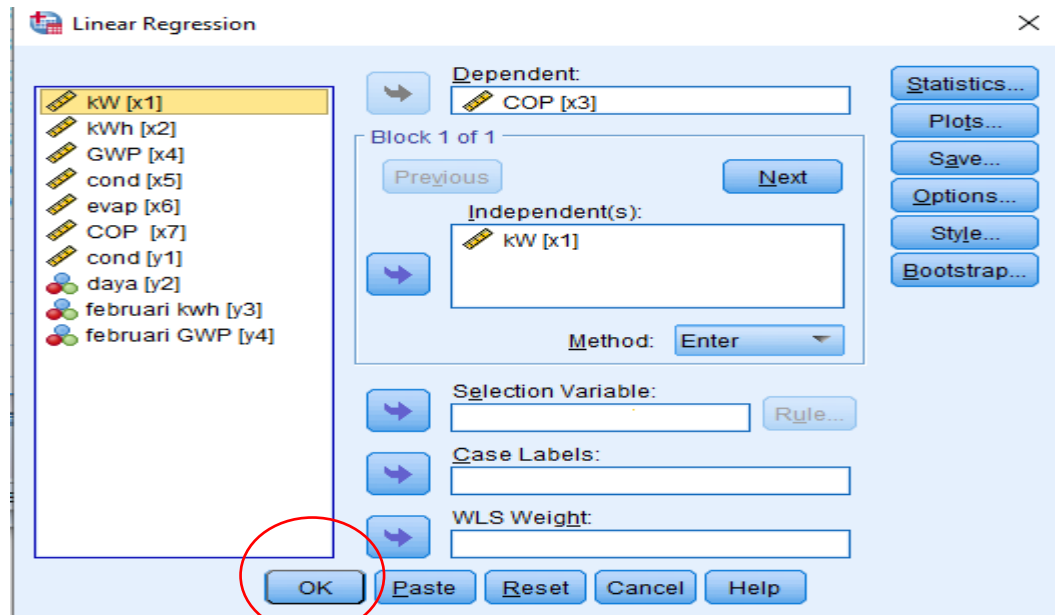
- Kemudian klik *analyze* kemudian regrenasion dan setelah itu linear untuk melanjutkan ke proses analisa



Gambar 3.18 langkah analisa pada IBM SPSS statistics 25

Sumber: dokumen pribadi

- Setelah itu, akan muncul kolom untuk memasukan data yang mau dianalisa yang mana sebagai variabel dependant maupun independent dan kemudian ok untuk melihat hasil

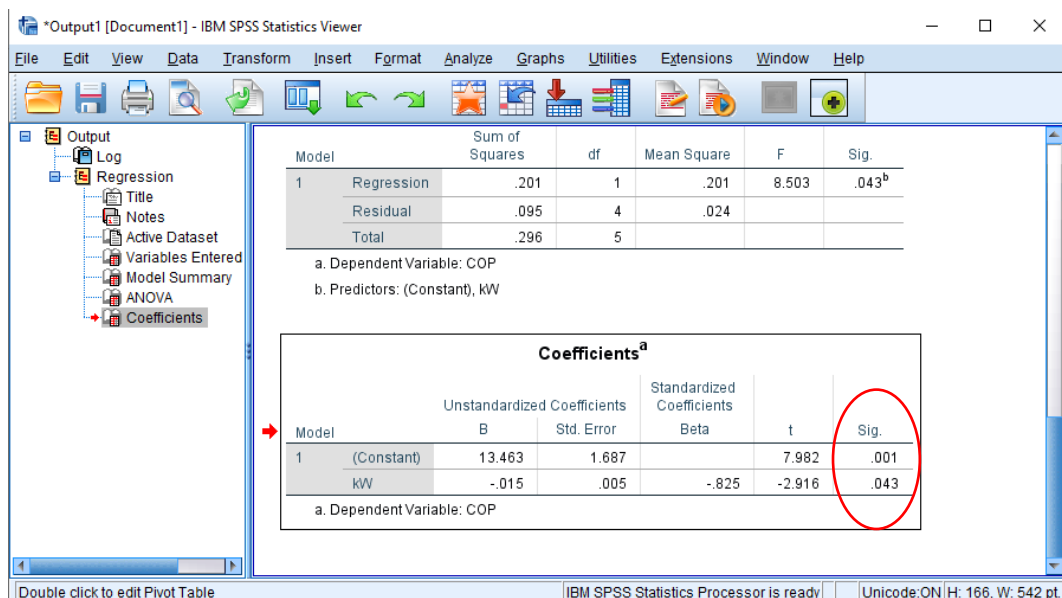


Gambar 3.19 kolom input variabel *dependent* dan variabel *independent*

Sumber: dokumen pribadi

- hasil dari analisa akan muncul pada kolom coefficient pada *software* dengan beberapa hasil yaitu signifikansi dan Unstandardized Coefficients yang dimana

signifikansi tersebut menunjukkan jika nilai lebih rendah dari pada 0,05 maka kedua variabel tersebut berhubungan dengan tingkat kepercayaan 95% yang sudah ditentukan pada *software*, sedangkan *Unstandardized Coefficients* (B) menunjukkan jika nilainya (-) maka kedua variabel tersebut berlawanan atau dalam kata lain jika variabel X meningkat maka variabel Y akan menurun sedangkan jika nilainya (+) maka kedua variabel tersebut berbanding lurus yang dimana ketika variabel X meningkat maka variabel Y juga akan meningkat, sedangkan angka pada di belakangnya menunjukkan pengaruh variabel X terhadap variabel Y setiap 1 satuannya



The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Viewer interface. The 'Coefficients' table is highlighted with a red circle around the 'Sig.' column. The table shows the following data:

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	.201	1	.201	8.503	.043 ^b
Residual	.095	4	.024		
Total	.296	5			

a. Dependent Variable: COP
b. Predictors: (Constant), kW

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	13.463	1.687		7.982	.001
	kW	-.015	.005	-.825	-2.916	.043

a. Dependent Variable: COP

Gambar 3.20 hasil analisa regrensi pada IBM SPSS statistics 25

Sumber: dokumen pribadi

3.2.6 Pembahasan

Setelah melakukan analisa data, maka dalam hal ini pembahasan langsung dilakukan berdasarkan hasil dari analisa operasional *chiller* tipe *water cooled* yang meliputi temperature *approach* evaporator, temperature approach kondensor, COP. Setelah itu dilakukan pembahasan tentang konsumsi energi listrik dan nilai efek pemanasan global yang timbul akibat konsumsi energi dari sistem, dan terakhir merupakan pembahasan dari analisa upaya untuk menurunkan konsumsi energi listrik dan nilai efek pemanasan global yang ditimbulkan.

3.2.7 Kesimpulan

Dari pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang sudah di tetapkan pada BAB 1